

SPECIFICATION

TITLE OF THE INVENTION

多値情報記録方法、多値情報記録装置、記録媒体

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

本発明は、照射エネルギーに応じて特性を変える光記録媒体に対して多値情報を記録するための多値情報記録方法、装置及び記録媒体に関するものである。

Description of the Related Art

近年、光ディスクの高密度化が進んでいる。今日普及しているCD-Rあるいはさらに高密度のDVD-RAMといった、情報の記録再生が可能な光ディスクには、一般に二値記録が使用されている。

つまり、1ビットのデジタル情報すなわち”0”と”1”に応じたレーザーパワーを光ディスク記録面に照射し、記録面上に形成された記録膜、例えば、GeTeSb化合物で構成されるいわゆる相変化膜を結晶化またはアモルファス化して、これによる反射率変化で情報を記録する。

言い換えれば1情報単位、つまり、情報を記録する際の、媒体上の区画単位（例えば1クロックに相当する記録面上の長さ）に対して、二値すなわち1ビットの情報を記録することができる。

これに対して、近年、多値情報記録方法が提案されている。例えば特開平6-309720号公報に示されるように、レーザーパワーを三値以上に切り替え、それに応じた太さのマークを記録媒体上に形成する。例えば、2ビットの情報”0(0)”、“1(01)”、“2(10)”、“3(11)”に応じた四値のレーザーパワーを用いてそれぞれ異なる太さのマークを形成すれば、1情報単位あたり、倍の情報を記録

できることになる。

しかしながら上記のように、単に、四値に相当する太さのマークを記録しただけでは、これを再生する際の符号間干渉によって、再生誤りを生じることがある。

つまり、上記四値情報を再生するときには、それぞれのマークの太さに応じて変化する再生信振幅によって、たとえば、2ビットの情報”0”、“1”、“2”、“3”のいずれであるかを判定するが、隣接する情報マークからの符号間干渉によってその再生信号振幅が変動した場合、たとえば、”2”と判定すべきところ”3”と判定してしまう場合がある。

もっとも、符号間干渉は多値記録特有の問題ではなく従来の二値記録においても存在する。しかし、二値記録の場合はマークの有無によって生じる再生信号の振幅差だけのマージンがあるが、四値の場合、この振幅差を4等分しただけのマージンしか無いので、符号間干渉についてはより厳しくなる。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は上記問題点に鑑み、符号間干渉による影響を除去し、再生誤りを低減することができる多値情報記録方法等を提供することを目的とする。

本発明は、記録媒体における情報単位に照射されるエネルギーを変えて多値情報を記録する多値情報記録方法において、

前記所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位の多値情報との関係に応じて、その所定の情報単位に照射するべき前記照射エネルギーを決定する多値情報記録方法である。

また、本発明は、記録媒体における情報単位に照射される光のパワーを変えることによって、記録されるマークの幅を変更し、それによって多値情報を記録する多値情報記録方法において、

前記情報単位にマークを記録する際、前記光のパワーと相反する関係で、前記光の

照射時間を変更する多値情報記録方法である。

また、本発明は、記録媒体における情報単位に照射されるエネルギーを変えて多値情報を記録する多値情報記録装置において、

記録すべき多値情報を格納するレジスターと、

前記所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位の多値情報との関係に応じて、その所定の情報単位に照射するべき前記照射エネルギーを決定する決定手段と、

その決定された照射エネルギーを記録媒体へ照射する光ヘッドとを備えた多値情報記録装置である。

また、本発明は、異なるエネルギーが照射されることによって、多值的に情報が記録される情報単位を有する記録媒体において、

前記所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位の多値情報との関係に応じて、その所定の情報単位に記録されたマークの状態が調整されている記録記録媒体である。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

【図 1】

本発明の一実施の形態における多値情報記録方法を実現するための装置のプロック図

【図 2】

同実施の形態における動作説明図

【図 3】

同実施の形態における動作説明図

【図 4】

同実施の形態における動作説明図

【図5】

同実施の形態における動作説明図

【図6】

別の本発明の一実施の形態における多値情報記録装置を示す図

Description of Symbols

- 1 シフトレジスタ
- 2 DA変換手段
- 3 記録パワー補正手段
- 5 レーザードライバ
- 6 光ヘッド
- 6 a レーザー光源
- 7 光ディスク
- 7 0 トラック
- 8 制御手段

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

以下、本発明の一実施の形態の多値情報記録方法について、図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の実施の形態における多値情報記録方法を実現するための装置のブロック図を示すものである。以下にその方法と装置について説明する。

図1において、まず四値を持つ記録情報列がシフトレジスタ1に供給される。シフトレジスタ1を構成するレジスタのうちレジスタ1 bにはこれから記録しようとする情報iが格納されている。レジスタ1 a, 1 cは、その情報iを記録する場所の前後に記録される、情報jおよびkをそれぞれ格納している。

2はDA変換手段であり、情報値*i* (= 0, 1, 2, 3)に応じた記録パワーに相当する振幅を持った信号P*i*を出力する。この信号P*i*はレーザドライバ5を通して光ヘッド6のレーザー光源6aに供給され、レーザー光源6aはこの信号P*i*に応じたパワーで発光する。

すなわち、本発明による補正が無い場合は、図2で示されるように情報値*i* = 0、1、2、3に対応したパワーP0、P1、P2、P3で発光する。レーザー光源6aが放射するレーザー光は対物レンズ6bによって光ディスク7の記録面に形成された情報トラック70に集光する。

光ディスク7の記録面には相変化膜が形成されていて、それぞれの記録パワーに応じた幅(太さ)を持つマークM0、M1、M2、M3がトラック70に沿って形成される。

このように記録されたマークを再生した場合、図2に示されるようにそれぞれのマークの幅に応じた振幅レベルL0、L1、L2、L3の信号が得られる。この再生信号の振幅を検出すれば、四値すなわち1情報単位あたり2ビットの情報を得ることができる。

しかし従来技術の欄で説明したように、図2のように1情報単位の線記録密度(トラック接線方向の密度)が十分低い場合は、各マーク間が離れているため、各マークの振幅を独立して検出することができる。しかし、線記録密度を高めるためにマークを近接させた場合、符号間干渉が発生する。

符号間干渉が問題となるか否かは記録あるいは再生の用いる集光レーザービーム径に依存する。1情報単位の長さがこの集光レーザービーム径とほぼ同程度かあるいはこれ以下の場合、顕著な符号間干渉が発生すると考えておいたほうがよい。

従来例の課題をここでより詳しく説明すると、一例として、図3に示したように、最大パワーP3で書かれたマークM4'1、M4'2の間に最小パワーP0で書かれたマークM1'1が存在した場合、マークM1'1を再生したときの信号レベルは、マークM

41、M42からの符号間干渉に引っ張られた結果、本来あるべきレベルL0から増加する。ここで、もし、ノイズなどの影響でさらに増加方向の誤差が生じたとき、マークM11はレベルL1と誤判定されることがある。

そこで、本実施の形態においては、記録パワー補正手段3を用いて、任意のマークを記録する際に隣接マークの記録振幅に応じた補正を加えている。

この様子を図4に示す。すなわち、情報値*i*=3、0、3と順次記録する場合、情報値*i*=0を記録する時は減算器4により、パワーP0よりdPだけ低いパワーで記録する。

その結果、トラック70には図3におけるマークM11よりもさらに細いマークM11'が記録される。

そのようにマーク11'が縮小、あるいは消失しても、マークM11'が再生されるタイミングにおける再生レベルは、マークM41とマークM42からの符号間干渉により、大きくなりレベルL0となり、正しく検出される。

記録パワー補正手段3の具体的動作としては、例えば、記録しようとする情報値*i*の前後の情報*j*および*k*の平均を*i'*、すなわち、

$$【数1】 \quad i' = (j + k) / 2$$

として、その平均値と情報値*i*の差に比例した量を補正量dP、すなわち、

$$【数2】 \quad dP = c \times (i' - i)$$

として減算器4に供給するものを考えればよい。

ここでcは定数である。

記録パワー補正手段3が、数(1)、(2)のように動作する結果、記録しようとする情報値*i*とこれに隣接するマークの情報値*j*、*k*との差が大きいほど大きな補正量dPが生成される。

当然隣接マーク間のレベル差が大きい程、大きな符号干渉を受けるはずであるから、数(1)、(2)による補正効果は、その符号間干渉をちょうど相殺する方向に作用する。

以上の処理についてより詳細に説明する。まず、記録しようとする多値情報列 i ($1 \sim i(8)$) を

PA	$i(1)$	$i(2)$	$i(3)$	$i(4)$	$i(5)$	$i(6)$	$i(7)$	$i(8)$	PA
0	2	2	3	0	3	2	1	0	0

とする。

ここで、先頭と後尾の PA (= 0) はいわゆるプリアンブルとポストアンブルである。すなわち、式(1)、(2)より記録パワーの補正量を決定するためにはその前後の情報値が必要だが、先頭の情報 $i(1)$ にはこれより前の情報が無いので、便宜的に $PA = 0$ を付加している。後尾についても同じである。なお、これら付加されたものは再生時に無視される。

これを従来の方法で記録しようとした場合、単に、それぞれの情報値に応じたパワー、たとえば、

$$P_0 = 4 \text{ mW}$$

$$P_1 = 5 \text{ mW}$$

$$P_2 = 6 \text{ mW}$$

$$P_3 = 7 \text{ mW}$$

を光ディスクに照射すればよい。それにより、投入パワーに応じた幅のマークが光りディスク上に形成される。

次に、本発明による補正の具体的手順について説明する。まず、数(1)で得られ

る前後情報の平均値 $i(1)' \sim i(8)'$ は

$i(1)'$	$i(2)'$	$i(3)'$	$i(4)'$	$i(5)'$	$i(6)'$	$i(7)'$	$i(8)'$	
1.0	2.5	1.0	3.0	1.0		2.0	1.0	0.5

と計算される。さらに補正量 $dP_1 \sim dP_8$ [mW] は、 $c = 0.2$ [mW] として、数(2)から、

$dP(1)$	$dP(2)$	$dP(3)$	$dP(4)$	$dP(5)$	$dP(6)$	$dP(7)$	$dP(8)$
-0.2	0.1	-0.4	0.6	-0.4	0.0	0.0	0.1

が得られる。なお、 c の値は記録膜の材質や記録密度によって異なる値をとる。したがって、各情報を記録する際に照射すべきパワー $P(1) \sim P(8)$ [mW] は、所定パワーから上記補正量が減算され、

$P(1)$	$P(2)$	$P(3)$	$P(4)$	$P(5)$	$P(6)$	$P(7)$	$P(8)$
6.2	5.9	7.4	3.4	7.4	6.0	5.0	3.9

のように求まる。

上記結果において、 $i(4)$ と $i(8)$ はともに “0” であるが、記録パワーはそれぞれ、3.4 mW、3.9 mW と互いに異なる。それぞれに対して隣接するマークの大きさによって、当然、こういった結果が導き出される。

以上のように、本実施の形態によれば、任意のマークを記録する際に隣接マークの記録振幅に応じた補正を加えることによって、信号再生時に符号間干渉による誤りが発生しない、あるいは誤りを大幅に低減することができる多値情報記録方法を実現す

ることができる。

なお、記録パワー補正手段3と、D/A変換手段2と、減算器4とは、本発明の決定手段の一例である。

また、本実施の形態において、記録すべき多値情報に応じたパワーをD/A変換手段2を用いて生成するようにしているが、D/A変換手段2の特性は入力情報に対して線形である必要は無い。すなわち、光ディスク7に形成されている記録膜の特性は、照射されるレーザーパワーに対して非線形な特性を有することが多く、むしろその非線形性を相殺する特性を持たせておいたほうがよい場合がある。

そもそも本実施の形態においては、記録マークの大きさが記録パワーに対してほぼ線形に変化することを前提としており、その結果、数(2)で補正すれば足るかのように述べたが。実際は光ディスク上の熱拡散などの影響で、比例関係よりもより高いパワーが必要とされる場合がある。例えば、記録マーク幅(記録される情報値)とそれを形成するに必要とされるパワーが二乗の関係にある場合、数(2)式の代わりに

【数3】

$$dP = c \times (i'^2 - i^2)$$

の関係で記録パワー補正量を決定しなければならないことになる。

また、言うまでもなく、情報値 $i = 0$ を持つマーク記録するときの上記D/A変換手段2の出力は0(つまりレーザー無発光)である必要はない。むしろ、これとは逆に、最低レベルの情報値 $i = 0$ においても、全くマークを形成しないのではなく、図2に示されるようにある程度のマークの幅を持たせておかなければならぬ。なぜなら、先述のように、隣接トラックからの符号間干渉を除去するためには最低レベルの情報値 $i = 0$ であっても、さらに記録パワーを落とさねばならず、当初よりパワー0(あるいはマークを形成しない程度のパワー)で記録する(マークを形成しない)ものであっては、さらにパワーを減らして符号間干渉を除去することができなくなるからで

ある。

また、本実施形態において、多値情報に対応したマークを形成するにあたってレーザーの照射パワー ($P_0 \sim P_3$) を変化させる、あるいは符号間干渉を補正するにあたってパワー (dP) を変化させるようにしたが、実際に記録膜上にマークを形成するのに寄与するのはパワー×時間で決定されるエネルギーであるから、照射パワーの代わりに例えば照射時間を変化させるものであってもよい。

さらにまた、上述したように、本実施の形態では、図2～図4に示されるように、1情報単位を記録するにあたって、記録時間は一定にして、レーザー光のパワーを変化させているが、パワーのみを変更し、照射時間を一定にしている場合でも、記録長は変わってしまう。なぜなら実際は、記録膜上のレーザービームのパワー分布はほぼ円形でしかも中心部が最も強いガウシアン形状を成しており、マーク幅を細くしようとレーザーパワーを弱めた場合にはマーク長も同時に短くなり、逆にマーク幅を太くしようとレーザーパワーを強めた場合にはマーク長も同時に長くなる傾向にある。それでは再生された光のエネルギーが目標通りにならない。

そこで、各多値情報に応じて、図5に示されるように、パワーを変更すると同時に照射時間も変える方が良い。

つまり、細いマークを記録する場合にはレーザー照射時間を長く、太いマークを記録する場合には照射時間を短くすれば、各情報単位において均等な長さのマークを形成することができる。

このことは先に述べた、記録膜の非線形性と、その補正の必要性とも関連している。つまり、長さを揃えるために、太いマークを記録する際の照射時間を単に短くするだけなら、当然、記録膜に照射されるエネルギー（パワー×時間）が減る。照射エネルギーが減れば、本来形成されるべき幅より細いマークが形成されることになる。そこで、上記の場合、照射エネルギーを一定にすべく、照射パワーを、例えば数(3)式で表されるような、比例関係よりも高いパワーで照射すればそれぞれの情報値に応じ

た幅のマークを正しく形成することができる。

図6は、図5の実施の形態を実現するための回路図である。ここで8は、情報単位にマークを記録する際、前記光のパワーと相反する関係で、前記光の照射時間を変更する制御手段を示す。

なお、上記実施の形態では、所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位における多値情報値との関係については、多値情報自体の数値に着目して、平均との差をとったが、本発明はこれに限らず、記録しようとする情報単位において照射すべきエネルギーと、これに隣接する双方の情報単位において照射すべきエネルギーとの関係に応じてであっても、本発明は含む。例えば、上記例で言えば、情報単位 i (3) については、そこに照射すべきエネルギーが 7 mW であり、隣接する双方のエネルギーが 6 mW と 4 mW であるから、平均が 5 mW であり、(7 - 5) mW に対応した補正量を、7 mW から引く。

このように照射エネルギーの方に着目した実施の形態も、請求項 1 の本発明は含む。

また、本発明の記録媒体は、異なるエネルギーが照射されることによって、多值的に情報が記録される情報単位を有する記録媒体であり、前記所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位の多値情報との関係に応じて、その所定の情報単位に記録されるマークの状態が調整されている記録記録媒体である。

以上のように本発明は、高密度化しても符号間干渉が少なく、再生誤りの少ない多値情報記録方法を実現することができる。

What is Claimed is:

【請求項 1】記録媒体における情報単位に照射されるエネルギーを変えて多値情報を記録する多値情報記録方法において、

前記所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位の多値情報との関係に応じて、その所定の情報単位に照射するべき前記照射エネルギーを決定する多値情報記録方法。

【請求項 2】前記照射エネルギーは光であり、その照射エネルギーの変更は、その光のパワー及び／又は照射時間を変更するものである多値情報記録方法。

【請求項 3】前記情報単位に記録される基準となる情報値を i とし、隣接する双方の情報単位に記録される情報値の平均を i' としたとき、前記照射エネルギーは、 $(i' - i)$ に対応して決定される請求項 1 記載の多値情報記録方法。

【請求項 4】記録媒体における情報単位に照射される光のパワーを変えることによって、記録されるマークの幅を変更し、それによって多値情報を記録する多値情報記録方法において、

前記情報単位にマークを記録する際、前記光のパワーと相反する関係で、前記光の照射時間を変更する多値情報記録方法。

【請求項 5】記録媒体における情報単位に照射されるエネルギーを変えて多値情報を記録する多値情報記録装置において、

記録すべき多値情報を格納するレジスターと、

前記所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位の多値情報との関係に応じて、その所定の情報単位に照射するべき前記照射エネルギーを決定する決定手段と、

その決定された照射エネルギーを記録媒体へ照射する光ヘッドとを備えた多値情報記録装置。

【請求項 6】記録媒体における情報単位に照射される光のパワーを変えることによ

って、記録されるマークの幅を変更し、それによって多値情報を記録する多値情報記録装置において、

前記情報単位にマークを記録する際、前記光のパワーと相反する関係で、前記光の照射時間を変更する制御手段と、

その制御手段によって決定された信号に基づき、光を記録媒体へ照射する光ヘッドとを備えた多値情報記録装置。

【請求項 7】異なるエネルギーが照射されることによって、多值的に情報が記録される情報単位を有する記録媒体において、

前記所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位の多値情報との関係に応じて、その所定の情報単位に記録されたマークの状態が調整される記録記録媒体。

ABSTRACT

記録媒体における情報単位に照射されるエネルギーを変えて多値情報を記録する多値情報記録方法において、

前記所定の情報単位における多値情報とこれに隣接する双方の情報単位の多値情報との関係に応じて、その所定の情報単位に照射するべき前記照射エネルギーを決定する多値情報記録方法である。